

PATOGENICIDAD DE *Beauveria bassiana* (DEUTEROMYCOTINA: HYPHOMYCETES) SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) PLAGA DE MAÍZ ALMACENADO

PATHOGENICITY OF *Beauveria bassiana* (DEUTEROMYCOTINA: HYPHOMYCETES) TO *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) INSECT PEST OF STORE MAIZE

Hernando Suárez-Gómez

RESUMEN

Se evaluó la virulencia, mortalidad y tiempo letal del hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin en concentraciones de 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 y 1×10^9 conidias/ml sobre el Gorgojo menor de los granos almacenados *Sitophilus zeamais* (Motsch) (Coleoptera: Curculionidae). El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Entomología de la Universidad del Magdalena, Santa Marta (Colombia), con una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ humedad relativa de $90 \pm 2\%$; y fotoperíodo de 12:12 durante el segundo semestre de 2006. La cepa de *B. bassiana* utilizada fue aislada del Chinche encaje *Leptopharsa gibbicularina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae), plaga de Palma de aceite. La patogenicidad del hongo se determinó sobre gorgojos criados en el laboratorio. Los insectos se expusieron al hongo en cuatro concentraciones de conidias/ml. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos señalan que las concentraciones evaluadas ocasionaron mortalidad promedio del gorgojo del 98,37 %, no encontrándose diferencias significativas entre ellas pero si con relación al testigo, el menor tiempo para matar el 50% de la población del *S. zeamais* fue de seis días por la concentración 1×10^6 conidias/ml de *B. bassiana* lo cual indica una gran patogenicidad y un buen resultado para éste tipo de estudio.

PALABRAS CLAVE: Granos almacenados, hongos entomopatógenos, maíz, manejo de plagas.

ABSTRACT

Pathogenicity, mortality and lethal time of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin on maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae) was evaluated using concentrations of 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 and 1×10^9 conidia/ml. The study was conducted at the Entomology Laboratory of the Magdalena University (Colombia) (temperature of $25 \pm 1^\circ\text{C}$; relative humidity $90 \pm 2\%$; and photoperiod = 12:12). The fungus was isolate from *Leptopharsa gibbicularina* (Hemiptera: Tingidae), insect pest of oil palm. Adults of the *S. zeamais* were obtained from a laboratory mass rearing. The experiment was organized in a complete randomized design with four replications. These insects were exposed to the fungus using four concentrations of conidia/ml. The mortality mean was 98,37 0% for all concentrations. There were significant differences ($P \geq 0,05$) among concentration and control. The minor Mean lethal time was to concentrations 1×10^6 conidia/ml. Results show efficient control.

KEY WORDS: Stored grains, entomopathogenic fungi, corns, management insect pest.

Dirección de los autores:

Universidad Popular del Cesar. Ingeniero agrónomo MSc. Entomólogo Docente, Microbiología-Agroindustria - Balneario Hurtado Vía a Patillal.
Email: hersugo@hotmail.com (H.S.G)

INTRODUCCIÓN

Un total de 65.000 especies de plagas en plantas cultivadas en campo y productos almacenados, ocasionan pérdidas de aproximadamente el 40% de la cosecha anual en el mundo (Perrin, 1997). Los hongos entomopatógenos ofrecen posibilidades de utilización como agentes biorreguladores y muchos de ellos crecen en medios artificiales; se considera de suma importancia estudiar el comportamiento biocontrolador de los hongos entomopatógenos regionales, ya que varios estudios sugieren realizar aislamientos de estos microorganismos de insecto infectados. (Rodríguez, 1984)

Los hongos entomopatógenos son agentes de control biológico que tienen la capacidad de infectar activamente una gran diversidad de insectos y están ampliamente distribuidos en diferentes ecosistemas (Anderson y Leslie, 1991; Throne y Lord, 2004; Poprawski et al., 1988; Feng y Johnson, 1990). Estos microorganismos son encontrados en rastros de cultivos, estiércol, suelo y plantas, alcanzando un buen desarrollo en lugares frescos, húmedos y con baja luminosidad y son el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plagas. (Becerra et al., 2007).

Beauveria bassiana (Bals.) Vuill (Moniliales: Deuteromycetes) tienen la potencialidad de infectar insectos, provocando una alta mortalidad; el hongo contagia un amplio rango de insectos del orden Lepidoptera, Hymenoptera y especialmente Coleoptera, la mayoría de los cuales son plagas agrícolas (Fernández-Larrea, 2001; Lucero et al., 2006; Adane et al., 1996; Alcalá et al., 1999)

Se ha encontrado que diferentes aislamientos de *B. bassiana*, son capaces de provocar infección en un insecto plaga, pero presentan diferencias en la virulencia determinada por la LC50 y LT50 (Feng y Johnson, 1990).

Los hongos son potencialmente los más versátiles entomopatógenos, algunos producen toxinas, lo que los provee de un potencial para dañar rápidamente, pero generalmente son de acción lenta. Muchos tienen amplio rango de hospederos, infectan diferentes estados, son virulentos y frecuentemente causan epizootias naturales (Fuxa, 1992).

Se ha experimentado con diferentes técnicas para aplicar el hongo *B. bassiana* sobre el insecto plaga, encontrándose que aplicaciones foliares proveen una alta supresión de la plaga ya que el hongo coloniza la

planta, se mueve dentro de ella y persiste para protegerla del ataque del insecto (Anderson y Leslie 1991).

Al determinar el comportamiento del hongo *B. bassiana* sobre el insecto *Leptinotarsa decemlineata* criado en hospederos diferentes y mantenidos en invernadero y en campo se observó que el insecto es menos susceptible al hongo en plantas mantenidas en el campo que en el invernadero y que la edad de la planta también fue importante para la acción del hongo (Hare y Andreadis, 1983).

El hongo *B. bassiana* puede germinar, penetrar la cutícula e invadir el hemocele y causar la muerte de los insectos, lo cual sugiere que las condiciones necesarias para la germinación de las conidias y el crecimiento hifal están presentes en el integumento del insecto susceptible (González et al., 2001).

El hongo *B. bassiana* se puede encontrar en forma natural sobre larvas y crisálidas de un insecto plaga de un cultivo en particular, sentando las bases para estrategias de manejo biológico sobre la plaga (Estrada et al., 2004).

Hidalgo et al., (1998) encontraron que *B. bassiana* aplicada en varias formulaciones, incluyendo pellets de grasa asperjadas con suspensión de 10^{10} conidias/g provocó mortalidad de 100% en *S. zeamais* siete días después de que el insecto estuvo 24 horas en contacto con la formulación.

Alves et al., (2002) mostraron que el tiempo de supervivencia para un insecto plaga usando cultivos de fermentos de *B. bassiana* fue de 3,6 días, comparado con 3,9 cuando se aplicó suspensión de conidias del hongo, lo que abre nuevas formas de utilización del hongo contra especies plagas.

Castrillón et al., (2002) concluyeron que cepas nativas de *B. bassiana* y prácticas culturales en el cultivo del plátano, fueron significativas en la reducción del picudo negro *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) con parasitismo del hongo superior al 30%.

Se considera que las heterogéneas poblaciones de *B. bassiana* presentan una amplísima capacidad adaptativa, por lo tanto son más efectivos para una posible redistribución en otros lugares y así aumentar el control biológico de especies de picudos (Poprawski et al., 1988).

Este hongo también ha mostrado un alto nivel de control sobre otros insectos plagas diferentes del *S. zeamais* como *Cylas formicarius elegantulus* Summers, plaga de

la batata (Alcalá et al., 1999), *Leptinotarsa decemlineata* en papa (Furlong y Groden, 2003), *Tribolium castaneum*, gorgojo de las harinas (Akbar et al., 2005), *Anthonomus eugenii* plaga del chile, (Carballo et al., 2001), la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Cárdenas et al., 2007), *Spodoptera frugiperda* en maíz (Gardner et al., 1997).

La creciente necesidad de reducir el uso de agroquímicos para el control fitosanitario hace necesario desarrollar tecnologías que permitan de forma fácil, económica y efectiva obtener productos a partir de microorganismo, insectos o nemátodos con calidad y en cantidades suficientes para su aplicación masiva en las áreas de cultivos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes concentraciones de una cepa de *B. bassiana* aislada de otro insecto plaga contra *S. zeamais* a nivel de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Entomología de la Universidad del Magdalena, localizado en el municipio de Santa Marta, departamento del Magdalena, Colombia) durante los meses de septiembre de 2006 y enero de 2007, con una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$; humedad relativa de $90 \pm 2\%$ y un fotoperíodo de 12:12 horas luz-oscuridad.

Obtención de *Sitophilus zeamais*

Los insectos utilizados, fueron obtenidos de una cría mantenida en el laboratorio de Entomología de la Universidad del Magdalena, según las indicaciones de Strong et al., (1967). Los sexos se separaron según las indicaciones de Halstead (1962), la identificación de la especie fue confirmada por la observación de la genitalia (Halstead, 1963)

Obtención de *Beauveria bassiana*

Se utilizó una cepa del hongo *B. bassiana* aislada de *Leptopharsa gibbicarina* (Hemiptera: Tingidae), replicado en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la finca "Marne" propiedad de la empresa agropecuaria Padelma LTDA, ubicada en el corregimiento de Guamachito, municipio Zona Bananera del Magdalena. El aislamiento fue purificado en el medio de cultivo Sabouraud Dextrosa Agar (SDA), en cajas de Petri de 9 cm de diámetro.

El inóculo se preparó suspendiendo el hongo proveniente de tubos de ensayo en 10 ml de agua destilada estéril y dos gotas de Tween 80 al 0,1 %. Las concentraciones del inóculo se determinaron utilizando una cámara de Neubauer, ajustándolas a 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 y 1×10^9 conidias x ml utilizando para esto un microscopio, siguiendo la metodología de González et al. (1993)

Desinfección de adultos de *S. zeamais* y aplicación de tratamientos

Los adultos del gorgojo de la progenie F1 de la cría, escogidos para el experimento fueron previamente desinfectados por el método de inmersión, en una solución de Hipoclorito de Sodio al 0,5 %, posteriormente se les realizaron tres enjuagues con agua destilada estéril y se secaron utilizando papel filtro para retirar los excesos de agua. Los adultos utilizados tenían una semana de edad en el momento del estudio.

Se prepararon soluciones de 50 ml para cada una de las concentraciones de *B. bassiana*, en las que fueron sumergidos los adultos de *S. zeamais* con ayuda de una tela de tul por tres segundos tiempo suficiente para permitir el contacto de los insectos con las soluciones respectivas, luego los gorgojos se colocaron sobre papel filtro para retirar el exceso de la solución y se colocaron individualmente en vasos plásticos transparentes de 250 cc, los cuales contenían en su interior un disco de papel filtro y un grano de maíz como sustrato alimenticio (30 por repetición, 120 por tratamiento).

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El trabajo se realizó bajo un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos, cuatro repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales. Se realizó análisis de varianza, prueba de comparación de medias (Tukey 5 % de probabilidad), Se utilizó el paquete de diseños experimentales FAUANL, versión 2.5. El coeficiente de Hill para determinar la curva de mortalidad por la mejor concentración y análisis de regresión simple para comparar la mortalidad con el tiempo, usando Statgraphics Plus versión 4.0

La mortalidad de *S. zeamais* se determinó contando el número de gorgojos muertos diariamente durante el tiempo de evaluación (12 días) en cada uno de los tratamientos. Para esto, se utilizó la ayuda de un estereoscopio, con el fin de confirmar la muerte del insecto. Para la curva de mortalidad se usó el coeficiente de Hill $Y = 100 / (1 + (X/A_1)^{A_2})$

Donde:

Y: respuesta ($Y = 100\%$ cuando $X = 0$)

X: Concentración inhibidora

A1: IC50

A2: Coeficiente de Hill

Límites: $A1 > 0$; $A2 > 0$

El Tiempo Letal Medio (TL50) fue determinado en el momento en que el 50% de la población de gorgojos fue muerta por efecto del hongo *B. bassiana* en cada uno de los tratamientos, se determinó a través de un análisis de regresión simple donde se comparó la mortalidad acumulada con el tiempo transcurrido desde el momento de la inoculación.

La virulencia del hongo *B. bassiana* se determinó con base en los resultados obtenidos de mortalidad y tiempo letal medio en cada uno de los tratamientos; ya que la virulencia de un organismo sobre otro, está determinada por la mortalidad del insecto y el tiempo transcurrido.

RESULTADOS

La Tabla 1, muestra los resultados obtenidos 12 días después de realizados los tratamientos de *B. bassiana* sobre *S. zeamais*. Un análisis de varianza mostró diferencias significativas entre las concentraciones y el testigo, ($GL = 4$), ($F = 1956,6427$), ($P > 0,00$). Tukey 5% señala que las concentraciones (1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 y 1×10^9) de *B. bassiana* provocaron mortalidad promedio de 98,37%.

Tabla 1. Adultos de *S. zeamais* muertos por *B. bassiana* 12 días después de realizadas las aplicaciones a nivel de laboratorio (2006).

TRATAMIENTOS MEDIAS*	
2(1×10^7)	29,7500 A**
4(1×10^9)	29,7500 A
1(1×10^6)	29,5000 A
3(1×10^8)	29,0000 A
5 Testigo	0,2500 B

* Promedio de cuatro repeticiones.

** Promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente por Tukey 5%.

La Figura 1 muestra el análisis de regresión para mortalidad acumulada de *S. zeamais* causada por las diferentes concentraciones de *B. bassiana*. El coeficiente de correlación indica que existe una relación moderadamente fuerte entre las variables. El coeficiente de determinación muestra que el modelo explica el

49,877% de la variabilidad en la mortalidad y el error estándar muestra la desviación estándar del residuo.

Las Figura 2 muestra el porcentaje de mortalidad diaria acumulada 12 días después de la inoculación del hongo. La mortalidad se inició en el tratamiento T1 (10^6 con/ml) a los cuatro días con un 14% y terminó a los 12 días con el T4 (10^9 con/ml) presentando una mortalidad acumulada de 99,16%. Los primeros síntomas de la enfermedad sobre la población de insectos se iniciaron 48 horas después de la inoculación, observándose una notoria disminución de la actividad del insecto, luego después de 120 horas se observó la aparición de las estructuras del hongo sobre los cuerpos de los insectos, aspecto éste por el cual se confirmó la mortalidad causada por cada una de las concentraciones.

La concentración 1×10^6 , alcanzo su TL50 a los seis días con una mortalidad del 60%; la 1×10^7 lo logró a los siete días con una mortalidad del 59,16 %, la 1×10^8 lo alcanzó a los ocho días con una mortalidad del 74,16% y la 1×10^9 tuvo su TL50 a los diez días con 77,50 de mortalidad.

Cabe recordar que el TL50 es el tiempo en que la dosis usada es capaz de causar mortalidad al 50% de la población sometida a la experimentación. La Figura 3 muestra el análisis de regresión mortalidad versus tiempo 12 días después de la inoculación de *B. bassiana* sobre *S. zeamais*. La ecuación $Y = 9,997 - 0,173167X$ explica esa relación. El coeficiente de regresión indica que existe una relación relativamente débil entre las variables, el R^2 explica que existe un 0,156993 % de variabilidad en la mortalidad y el error estándar muestra la desviación estándar del error.

La Figura 4 muestra la curva (%) de concentración inhibición de acuerdo al coeficiente de Hill, el valor es $IC = 6,2 \times 10^{-007}$ que es la concentración que mata el 50% de los insectos en un plazo máximo de siete días. La curva ajustada representa el logaritmo de los datos obtenidos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos concuerdan con lo observado por Kassa et al. (2002) quienes en su experimento con *B. bassiana* y *S. zeamais* encontraron mortalidad superior al 90% con un tiempo medio de supervivencia del insecto de entre 2,85 y 4,05 días respectivamente.

El hecho que la concentración 1×10^7 ocupara el primer lugar en cuanto a la mortalidad provocada puede ser explicado por lo encontrado por Kassa et al. (2002) quienes concluyeron que aislamientos muy virulentos pueden

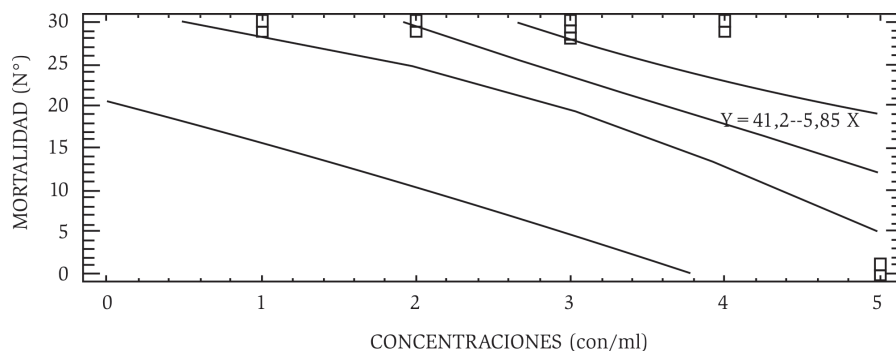


Figura 1. Efecto de diferentes concentraciones de *B. bassiana* sobre *S. zeamais* donde $Y = 41,2 - 5,85 X$; Coeficiente de correlación = -0,706237, $R^2 = 49,77 \%$, Error estándar de la estimativa = 8,74214; Intervalos de confianza (LI = 31,56814: -8,754115; LS = 50,8318: -2,945885).

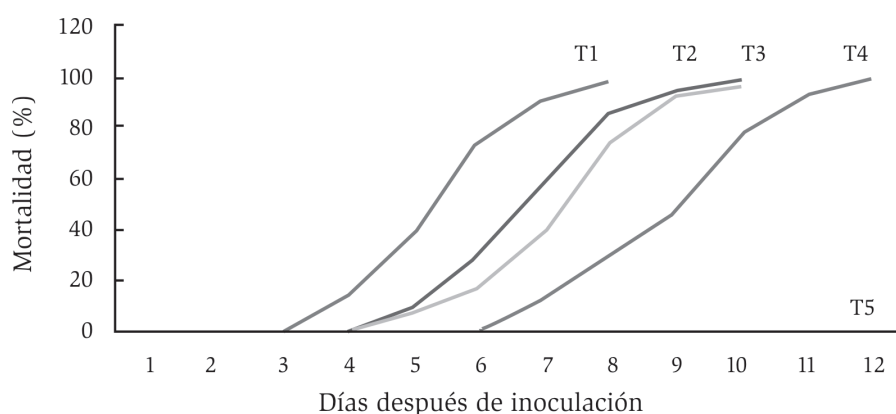


Figura 2 Mortalidad versus tiempo letal de concentraciones de *B. bassiana* sobre *S. zeamais* a nivel de laboratorio (2006).

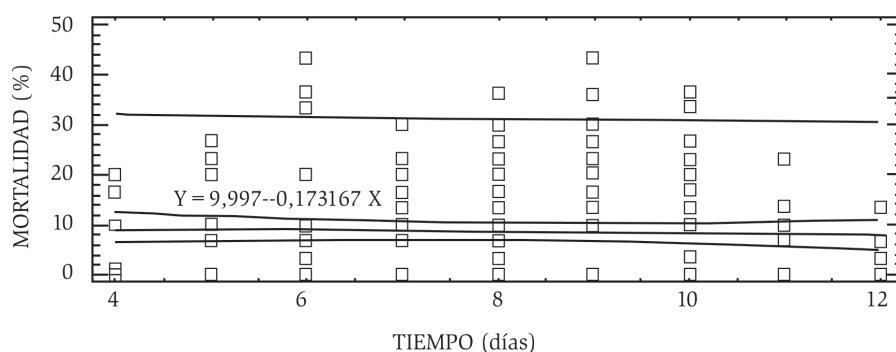


Figura 3. Análisis de regresión mortalidad versus tiempo provocada por *B. bassiana* sobre *S. zeamais* a nivel de laboratorio donde $Y = 9,997 - 0,173167 X$; Coeficiente de correlación = -0,0396224; $R^2 = 0,156993 \%$; Error estándar = 11,3387; Intervalo de confianza (LI = 6,2291: 4,84377; LS = 12,3796: 10,9942).

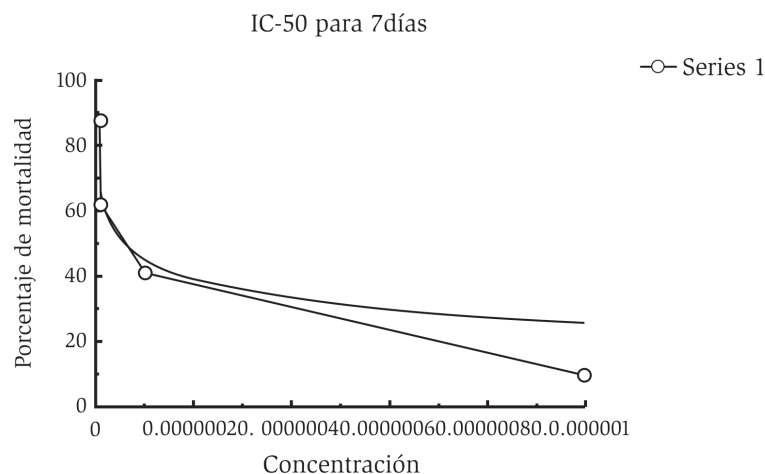


Figura 4. Dosis Letal media de *B. bassiana* para *S. zeamais* en estudio con diversas concentraciones a nivel de laboratorio (2006).

causar alta mortalidad a bajas concentraciones; estos mismo autores encontraron que con la dosis más baja utilizada, la mortalidad ocurrió sobre los cuatro días y se incrementó gradualmente, resultados semejantes fueron observados en el presente estudio.

El periodo requerido para matar al insecto es variable, dependiendo de la cantidad de esporas que se depositen sobre el mismo, temperatura, especie, tamaño y edad del insecto, pero en la mayoría de las condiciones, la muerte ocurre en aproximadamente 72 horas, en el caso de moscas blancas, trips y pulgones (Alves et al., 2002; Santamaría et al., 1998).

En este estudio el TL50 a través del análisis de regresión que relaciona mortalidad con tiempo diario se explica por la ecuación $Y = 9,997 - 0,173167 X$; Kassa et al. (2002) encontraron que cuando *B. bassiana* fue aplicado a *S. zeamais* a bajas concentraciones causó significativamente alta mortalidad y un menor tiempo de sobrevivencia. Los aislamientos de hongos entomopatógenos con TL50 mayores de 14 días se consideran no patogénicos (Samuels et al., 1989) por tal razón en este estudio los TL50 de las concentraciones de la cepa de *B. bassiana* evaluadas sobre adultos de *S. zeamais* deben ser consideradas favorables.

Los resultados obtenidos de mortalidad diaria y tiempo letal medio con la metodología evaluada, demuestran que los tratamientos de *B. bassiana* fueron virulentos sobre el *S. zeamais*, ya que provocaron más del 96 % de mortalidad dentro de un periodo de 12 días lo cual indica alto grado de patogenicidad, concordando con resultados obtenidos por otros investigadores (Hidalgo et al., 1998; Alves et al., 2002.; Samuels et al., 1989).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo demostraron la susceptibilidad de *S. zeamais* al entomopatógeno *B. bassiana* sugiriendo que el uso de estos microorganismos pueden ser promisorios como un método alternativo para el control de insectos plagas de granos almacenados en la región Caribe colombiana, donde se sigue haciendo uso indiscriminado del control químico para el manejo de estos organismos donde se quieran introducir. Los entomopatógenos son organismos vivos, pueden dispersarse y si sobreviven a nuevas condiciones se pueden establecer en la región o sitio.

CONCLUSIONES

Las concentraciones 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 y 1×10^9 con/ml de *B. bassiana* fueron virulentas para *S. zeamais* provocando una mortalidad promedia de 98,37% por el método de inmersión. El menor tiempo necesario para matar el 50 % de la población de *S. zeamais* fue de seis días, logrado por el tratamiento T1 (1×10^6 con/ml) de *B. bassiana* lo que indica una gran patogenicidad. El mayor tiempo necesario para matar el 50% de la población de *S. zeamais* fue de 10 días, alcanzado por el tratamiento T4 (1×10^9 con/ml) de *B. bassiana*. La dosis letal media de *B. bassiana* para *S. zeamais* de acuerdo al coeficiente de Hill está dada por la curva $6,2 \times 10^{-007}$ que es la concentración que mata el 50% de la población de *S. zeamais* en un tiempo de 7 días. (Concentración 1×10^7 con/ml = Tratamiento 2). Las concentraciones de *B. bassiana* evaluadas, de acuerdo al LT50 (< 14 días) son consideradas patogénicas al *S. zeamais*. Este estudio sugiere que *B. bassiana* puede ser una alternativa para el manejo de plagas de granos almacenados en la región del Caribe Colombiano.

BIBLIOGRAFÍA

- Adane, K., Moore, D y S.A Archer. 1996. Preliminary studies on the use of *Beauveria bassiana* to control *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in the laboratory Journal of Stored Products Research Vol.32 (2):105-113
- Akbar V., Lord, J.C., Nechols, J.R., y T.M Loughin. 2005. Efficacy of *Beauveria bassiana* for red flour beetle when applied with plant essential oils or in mineral oil and organosilicone carriers Journal of Economic Entomology Vol.98 (3)
- Alcalá, D., Marcano A., y M. Morales. 1999 Patogenicidad de *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces fumosoroseus* sobre adultos del picudo de la batata *Cylas formicarius elegantulus* Summers (Curculionidae) Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16: 52-63
- Alves, S. B., Rossi, L.S., Lopes, R.B., Tamai M.A. y R.M Pereira. 2002. *Beauveria bassiana* yeast phase on agar medium and its pathogenicity against *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) Journal of. Invertebrate Pathology Vol. 81 (2): 70-77
- Anderson, B.L y L.C Leslie. 1991. Suppression of *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) by Endophytic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Environmental Entomology Vol. 20 (4): 1207-1211
- Becerra, V. Paredes, M. Rojo, C y A. France. 2007. RAPD E ITS detectan variación molecular en poblaciones chilenas de *Beauveria bassiana* Agricultura técnica (Chile) 67(2):115-125
- Carballo, M., Rodríguez, L. y J. Durán. 2001. Evaluación de *Beauveria bassiana* para el control del picudo del chile en laboratorio. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) N° 42:54-59
- Cárdenas, A., Villalba, D., Bustillo, A., Montoya, E. y Góngora, C. 2007 Eficacia de mezclas del hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café Cenicafe 58(4): 293-303
- Castrillón, C., Urrea, C.F., Cardona, J.E., Zuluaga, L., Morales, H. y A. Alzate. 2002. Potencial del hongo nativo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, como un componente de manejo integrado del Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en Colombia Acorbat. Memorias XV reunión Cartagena de Indias (Colombia). 27 Octubre 2 Noviembre. Asociación de Bananeros de Colombia Augura
- Estrada, M.E., Romero, M., Rivero M.J. y F. Barroso. 2004. Presencia natural de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* sp. híbrido) en Cuba Rev Iberoam Micol 21: 42-43
- Feng, M.G y J.B. Johnson. 1990 Relative Virulence of Six Isolates of *Beauveria bassiana* on *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) Environmental Entomology Vol.19 (3):785-790
- Fernández-Larrea, O. 2001 Tecnologías para la producción de biopesticidas a base de hongos entomopatógenos y su control de la calidad. Current Science, Vol. 81 (6)
- Furlong, M. J y E. Groden. 2003. Starvation induced stress and the susceptibility of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, to infection by *Beauveria bassiana* Journal Invertebrate Pathology Vol.83(2):127-138
- Fuxa, J. R. 1992. Impact of the release of entomopathogens in the environment. Pesq. Agropec. Bras. Brasília 27 S/N:349-369.
- Gardner, W., Sutton, R. y R. Noblet. 1997. Persistence of *Beauveria bassiana*, *Nomuraea rileyi*, and *Nosema necatrix* on Soybean Foliage. Environmental Entomology, Vol.6 (5):616-618
- González, M.T., Posada, F.J y A. E. Bustillo. 1993 Bioensayo para evaluar la patogenicidad de *Beauveria bassiana* ¿Bals.? Vull. Sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Revista Colombiana de Entomología Vol. 19 (4) :123 = 130
- González G.M.T., Valencia J.A y P.A.E Bustillo. 2001. Incremento de la patogenicidad de *Beauveria bassiana* sobre *Hypothenemus hampei*, utilizando integumento del insecto en el medio de cultivo Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 60: 3 1 - 3 5
- Halstead, D.G.H. 1962 The rice weevils *S. orizae* (L.) and *S. zeamais* Motsch. Identification and synonymy. Tropical Stored Products Vol. 4: 317-329
- Halstead, D.G.H. 1963. The separation of *Sitophilus zeamais* Motsc and *Sitophilus orizae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) with a summary of their distribution. Entomologist Monthly Magazine (Inglaterra) Vol.90:72-74
- Hare, J.D y T.G. Andreadis. 1983. Variation in the Susceptibility of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) When Reared on Different Host Plants to the Fungal Pathogen, *Beauveria bassiana* in the Field and Laboratory Environmental Entomology Vol. 12 (6):1892-1897.
- Hidalgo, E., Moore, D. y G. Lepatourel. 1998. The effect of different formulations of *Beauveria bassiana* on *Sitophilus zeamais* in stored maize Journal of Stored Products Research Vol. 34 (2-3): 171-179
- Kassa, A., Zimmermann, G., Stephan, D. y S. Vidal. 2002. Susceptibility of *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Prostephanous truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) to Entomopathogenic fungi from Ethiopia. Biocontrol Science and Technology Vol.12, 727-736
- Lucero, A.M., Peña, L.A., Curtid, L. y M.A. Bolaños. 2006 Manejo integrado de chisas en fincas de minifundio del departamento de Nariño (Colombia) Revista Corpoica –Ciencia y Tecnología Agropecuaria 7(1): 70-72
- Perrin, R. M. 1997. Crop protection: taking stock for the new millennium. Crop Protection, Vol.16 (5): 449-456.
- Poprawski, T., Riba, G., Jones, W. y A. Ajoun. 1988. Variation in Isoesterase Profiles of Geographical Populations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Isolated from Sitona Weevils (Coleoptera: Curculionidae) Environmental Entomology Vol. 17 (2): 275-279
- Rodríguez, D.A. 1984. Hongos entomopatógenos registrados en Colombia. Rev. Colombiana de Entomología. 10(1-2): 57-64.
- Santamaría, A., Costa-Comelles. A., Alonso, A., Rodríguez, J. y Ferrer, J. 1998. Ensayo del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin para el control de la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrix floccosus* (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae) y su acción sobre el parasito *Cales noacki* (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae) Bol. Sanidad Vegetal Plagas 24:695-706
- Throne, JE y Lord, JC. 2004 Control of Sawtoothed Grain Beetles (Coleoptera: Silvanidae) in Stored Oats by Using an Entomopathogenic Fungus in Conjunction with Seed Resistance J. Econ. Entomol. 97(5): 1765-1771
- Samuels, K. D. Z., Heale, J. B., y Llewellyn, M. 1989. Characteristics relating to the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* toward *Nilaparvata lugens*. Journal of Invertebrate Pathology, Vol.53: 25-31.
- Strong, R.G., Sbur, E.E. y C.J. Partida. 1967. Rearing stored products insects laboratory studies lesser grain borer, granary weevil, rice weevil *Sitophilus zeamais* and Angoumois grain moth. Journal of Economic Entomology Vol. 60 (4): 1078.1082

Fecha de recepción: 19/09/2008
Fecha de aceptación: 01/02/2009